

XI JORNADAS DE REDES DE INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

Retos de futuro en la enseñanza superior:
Docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica



ISBN: 978-84-695-8104-9

XI JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Reptes de futur en l'ensenyament superior:
Docència i investigació per a aconseguir l'excel·lència acadèmica

Coordinadores

María Teresa Tortosa Ybáñez

José Daniel Álvarez Teruel

Neus Pellín Buades

© Del texto: los autores

© De esta edición:

Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad

Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-695-8104-9

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Diseño de materiales y actividades interactivas para el autoaprendizaje de la física

J. J. Rodes Roca; M. S. Yebra Calleja; J. C. Moreno Marín; A. Hernández Prados; T. Beléndez Vázquez; D. I. Méndez Alcaraz; G. Bernabéu Pastor; J. M. Torrejón Vázquez; M. L. Álvarez López; J. L. Rosa Herranz; S. Martínez Núñez; P. G. Benavídez

*Departamento Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal
Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías
Universidad de Alicante*

RESUMEN

Numerosos estudios han puesto de manifiesto la dificultad del aprendizaje de la física tanto en la educación secundaria y bachillerato como en la educación universitaria. El espacio Europeo de Educación Superior (EEES) pone énfasis en el aprendizaje del alumnado y modifica el rol del profesorado como tutor de su aprendizaje, potenciando la adquisición de los conocimientos mediante metodologías activas. Nosotros nos centraremos en desarrollar competencias transversales y favorecer un aprendizaje interactivo y global. Por ejemplo, se potenciará la búsqueda de información relacionada con un tema, se provocará la reacción o participación del alumnado sobre aspectos de aplicación de los fundamentos físicos en la edificación y en la ingeniería, se comprobará mediante la autoevaluación la adquisición de los objetivos, se favorecerá el aprendizaje atemporal, etc. También proporcionará el trabajo de algunas capacidades como la planificación de las tareas, la comunicación y exposición de ideas sobre aspectos académicos o profesionales, la generación de nuevas ideas o la construcción de conocimiento a partir de sus aportaciones. Finalmente se recogerán los comentarios y sugerencias del alumnado para adaptar los materiales diseñados a sus necesidades.

Palabras clave: física, metodología, autoaprendizaje, blogs, ingeniería.

1. INTRODUCCIÓN

El profesorado de esta red docente ha trabajado durante más de una década en la implementación del EEES en la práctica docente. Nuestra investigación ha permitido desarrollar acciones de renovación metodológica como, por ejemplo, la evaluación formativa, la elaboración de mini-aplicaciones (*applets*), vídeos, blogs y OCW (*OpenCourseWare*), para ampliar las formas de aprendizaje del alumnado.

1.1 Problema/cuestión.

Queremos que el alumnado sea el eje central de su propio aprendizaje y adquiera competencias transversales a través de actividades que aprovechen los recursos disponibles en la Universidad de Alicante. Por lo tanto, el parámetro fundamental de trabajo es el aprendizaje autónomo del alumnado. La mayor parte del diseño de las actividades se dedicarán a comprobar la organización del trabajo, la adquisición de los conocimientos y el ritmo de asimilación de los mismos. También se prestará atención tanto a la comunicación oral como la escrita del alumnado. En resumen, aplicar el método científico al proceso de enseñanza/aprendizaje.

El contexto educativo para favorecer la filosofía del EEES, en algunos casos, se puede decir que está caminando en la dirección contraria a las necesidades educativas. No obstante, el reto educativo de que nuestro alumnado aprenda física justifica nuestro proyecto adaptándolo a las condiciones reales de nuestra labor docente.

1.2 Revisión de la literatura.

La importancia de la investigación didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la física queda de manifiesto en nuestras universidades con la presencia de grupos investigadores dedicados, por ejemplo, a la didáctica de las ciencias y la tecnología, con la celebración de la bienal de física organizada por la Real Sociedad Española de Física (RSEF), donde se presentan contribuciones específicas de didáctica e historia de la física y de la química, divulgación de la física y enseñanza de la física, y con la existencia de revistas específicas para la publicación de artículos relacionados con este campo, como por ejemplo, Enseñanza de las Ciencias, Revista Brasileira de Ensino de Física, American Journal of Physics, European Journal of Physics. También se organizan congresos específicos sobre educación universitaria en los que la participación del profesorado favorece el intercambio de experiencias aplicadas a la docencia.

La didáctica de las ciencias reconoce que la resolución de problemas es una actividad de gran valor formativo y evaluador (Garrett, 1986). El profesorado utiliza esta metodología porque permite al alumnado aplicar los conocimientos teóricos a situaciones prácticas específicas (Sánchez-Pérez, García Raffi & Sánchez-Pérez, 1999; Leonard William, Gerace William & Dufresne, 2002; Becerra Labra, Gras-Martí & Martínez-Torregrosa, 2004; Rodes Roca, Moreno Marín & Neipp López, 2008). Por otra parte, estos estudios han puesto en evidencia la dificultad que tiene el alumnado cuando se enfrenta a la resolución de problemas (Cravino & Lopes, 2003), dando lugar a metodologías cuya finalidad es favorecer el desarrollo y el aprendizaje de procedimientos, destrezas y actitudes científicas, aplicándolas a situaciones de la vida diaria o de su profesión (contrato académico, enseñanza basada en problemas, problema de investigación, por ejemplo).

Por otra parte, las nuevas tecnologías aplicadas a la educación permiten trabajar competencias transversales y un aprendizaje interactivo asíncrono. Sin embargo, cabe señalar que existe una enorme cantidad de información en la red cuyo principal problema es saber identificar las fuentes fiables. Por ejemplo, si se realiza una simple búsqueda con la ayuda de *Google* se obtiene que la palabra “física” aparece con alrededor de 180 millones de resultados, “physics” 342 millones, “fundamentos físicos” 575 mil, “fonaments físics” 11,100 y “fundamental physics” 892 mil. Normalmente, las entradas de Wikipedia suelen estar entre los primeros resultados y muchos de los enlaces no están relacionados con el tema de interés. Sin un conocimiento previo de la materia de interés es complicado identificar la página web que ofrece las mejores garantías y filtrar los resultados que realmente son útiles para el aprendizaje. En el caso de las titulaciones de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante, casi el 100% del alumnado matriculado dispone de ordenador y conexión a internet en casa. Es por ello que en el diseño de materiales para el autoaprendizaje y la autoevaluación se fomente el uso de algunas aplicaciones como blogs y OCW, así como plataformas virtuales, habituales en casi todas las universidades (Cebrián, 2003; Benito & Cruz, 2005; Rodes Roca, Moreno Marín, Beléndez Vázquez & Méndez Alcaraz, 2012).

1.3 Propósito.

Las hipótesis de trabajo están directamente relacionadas con las dificultades del aprendizaje de la física y su contexto. Para facilitar la comprensión de las estrategias de resolución de problemas se han diseñado problemas abiertos (tipo investigación) cuya

discusión en las sesiones teóricas introducen qué necesitamos aprender y qué estrategias de resolución planteamos.

Todo aprendizaje requiere práctica. Por ello se han diseñado ejercicios tipo test de autoaprendizaje y para autoevaluación. Para complementar esta actividad, se plantea la realización de ejercicios planificados para la evaluación continua formativa, entregados de forma electrónica en el campus virtual.

Aunque la asistencia a las clases es recomendable, se produce un absentismo elevado que impide el seguimiento normal de las distintas actividades de aprendizaje (teoría, prácticas de problemas y prácticas de laboratorio). Para facilitar el aprendizaje y seguimiento de las asignaturas, se han diseñado blogs y OCW con los materiales necesarios para que el alumnado pueda regularmente consultar el estado de la docencia de las diferentes asignaturas.

La corresponsabilidad en el proceso de enseñanza/aprendizaje se analiza con la elaboración de encuestas de opinión del alumnado y la posterior reflexión del profesorado con los resultados obtenidos en cada una de las actividades desarrolladas y utilizadas en la práctica docente.

2. DESARROLLO DE LA CUESTIÓN PLANTEADA

2.1 Objetivos.

El principal objetivo es favorecer el aprendizaje autónomo del alumnado e introducir la evaluación continua formativa. Hemos considerado el actual contexto educativo para adaptarlo a la situación real de las aulas. No obstante, nuestros objetivos al poner en marcha el proyecto se ha basado en los aspectos siguientes:

a) Contextualización de los problemas abiertos y de los ejercicios propuestos fomentando la participación activa del alumnado en su aprendizaje. El objetivo último es aplicar la física a problemas que resuelve la ingeniería, simplificados, pero de contenido fundamentalmente real. Con ello buscamos la motivación para el aprendizaje de la materia y un cambio actitudinal con respecto a la física.

b) Optimización de recursos como consecuencia de la disminución del tiempo lectivo dedicado a la ciencia, en general, y a la física en particular. El diseño de materiales en la red resulta beneficioso para el alumnado tanto para la optimización del tiempo invertido como en la actitud del alumnado. Con ello buscamos el interés del alumnado, teniendo en cuenta que el ordenador es una herramienta tecnológica indispensable para la ingeniería.

c) Evaluación del trabajo desarrollado sobre el aprendizaje de nuestro alumnado. Básicamente recogiendo su opinión bien directamente, en grupos reducidos, bien mediante encuestas anónimas, en grupos numerosos. Sin embargo, debemos reconocer que los datos estadísticos disponibles son poco significativos debido a que una parte importante de los materiales no se han podido poner en práctica en el momento de escribir este artículo. En nuestra opinión, hay indicios de que se mejora la docencia, y demostraremos su eficacia dentro de algunos años.

2.2. Método y proceso de investigación.

Los proyectos de investigación docente desarrollados por la red han puesto de manifiesto unos resultados que se pueden resumir en las siguientes afirmaciones: conocimientos básicos de física y matemáticas inferiores a los niveles habitualmente exigidos en un primer curso de cualquier ingeniería; dedicación al estudio de la materia por debajo de las necesidades del aprendizaje; un índice elevado de fracaso y una baja asistencia a las clases presenciales.

Si se consulta el Estatuto de la Universidad de Alicante, se aprecia que en el artículo 115, apartado segundo, se declara explícitamente que: “La matrícula ordinaria exige la participación regular del alumnado en las enseñanzas teóricas y prácticas de la facultad o escuela, en las condiciones que establezcan las respectivas ordenaciones docentes de las titulaciones”. Asumiendo que la asistencia a las clases ayudan a adquirir conocimientos de física, se ha fomentado la participación a través de problemas abiertos (a veces denominado problemas tipo investigación) relacionados lo más directamente posible con un problema real de ingeniería, cuyo objetivo es la de discutir su resolución en clase construyendo la misma con las ideas previas del alumnado. A continuación se analiza detalladamente cuáles son los contenidos físicos que están en la base del problema. Después se reflexiona sobre las técnicas de resolución más adecuadas para encontrar una respuesta al problema. Finalmente, se plantean cuestiones para responder una vez se ha resuelto el problema o modificaciones al problema original para repetir todo el proceso realizado. A modo de ejemplo se incluyen algunas propuestas utilizadas durante este curso:

- Proyecto A: Se ha aprobado un concurso para la colocación de una escultura suspendida en el aire y sujeta por cables en una de las plazas más significativas de la ciudad.

- Proyecto B: Una empresa constructora instalará un panel publicitario cuya sección geométrica es irregular y debe quedar horizontal para poder leer correctamente la información que incluye.
- Proyecto C: Una ingeniera tiene que diseñar un resorte para colocar en la base del hueco de un ascensor. ¿Cómo se le puede ayudar en esta tarea?
- Proyecto D: Un urbanista trabaja en el diseño de una parte montañosa de la provincia de Alicante. Debe tener en cuenta la inclinación máxima de las calles permitida para que hasta los automóviles pequeños puedan subir sin detenerse.
- Proyecto E: Construcción de una biblioteca, pabellón deportivo, etc. mediante el uso de estructuras articuladas planas.

Otra actividad ha sido la de proponer de manera voluntaria la realización de un ejercicio entre una clase y la siguiente. Esta experiencia la han llevado a cabo un reducido grupo de estudiantes, problema que apuntan otros estudios sobre la realización de trabajos de manera voluntaria (Ledman & Kamuche, 2002). No obstante, la carga académica de nuestro alumnado nos ha sugerido que esta actividad no tuviera carácter obligatorio. Para enfatizar el trabajo continuo en la asignatura, se ha propuesto la resolución ejercicios de exámenes a través de la plataforma virtual de la Universidad de Alicante, cuya entrega se debía realizar en el plazo establecido como parte de la evaluación formativa continua desarrollada. La verificación del aprendizaje conceptual de la física del alumnado se ha realizado con pruebas objetivas de tipo test de autoevaluación y la discusión de sus dudas en las clases. Con grupos reducidos, menos de 30 estudiantes, es posible utilizar el campus virtual para implementar este tipo de pruebas y preparar las pruebas objetivas de tipo test de evaluación formativa continua de la asignatura. En el caso concreto del grupo 3 de teoría del curso 2012-13 de fundamentos físicos de las estructuras, los tres ejercicios de tipo test de autoevaluación han tenido una tasa de realización del 50%, 50% y 29%, respectivamente. Para los grupos 4 y 7 de problemas de este curso, la tasa de entrega de ejercicios por cada uno de los cuatro bloques y grupo ha sido de 28% y 50% para el primero, 47% y 64% para el segundo, 14% y 17% para el tercero, y 14% y 19% para el último.

El uso de las nuevas tecnologías aplicadas a la educación, además de facilitar la adquisición de competencias transversales (particularmente, competencias informáticas), es una herramienta útil para ilustrar fenómenos físicos de forma interactiva, como por ejemplo, edición de vídeos, miniaplicaciones en páginas web y/o blogs de asignaturas. Como ya se ha

indicado en la introducción, los recursos en la red son extremadamente numerosos y requiere bastante tiempo consultarlos y encontrar aquellos materiales que ayuden a la formación del alumnado. La elaboración del blog de asignaturas permite impulsar el seguimiento continuo de los contenidos y la interacción entre el profesorado y el alumnado (Rodes Roca et al., 2012 y las referencias del mismo). Por otra parte, la mayoría del alumnado de las titulaciones que se imparten dispone de ordenador y acceso a internet en casa, y, además, la Universidad de Alicante cuenta con salas de ordenadores de libre uso para su alumnado.

Actualmente se pueden consultar los blogs de las asignaturas “Fundamentos físicos de la ingeniería” del grado en Ingeniería en sonido e imagen en telecomunicación en la dirección electrónica blogs.ua.es/fisicateleco; “Fundamentos físicos de las estructuras” del grado de Ingeniería de edificación en blogs.ua.es/jjrr2011; mientras que “Fundamentos físicos de la ingeniería civil” del grado en Ingeniería civil y “Fundamentos físicos de la informática” del grado en Ingeniería informática se están construyendo con el objetivo de iniciar su uso el próximo curso académico. La construcción del blog se ha basado en la cronología del plan de aprendizaje, es decir, se introducían las entradas siguiendo el desarrollo semanal de la asignatura.

Nuestro alumnado pertenece a una generación completamente audiovisual, por lo que hemos editado vídeos de corta duración (píldoras formativas de la Universidad de Alicante, pUA) en los que se realizan exposiciones del orden de unos diez minutos que facilitan la consulta de los contenidos que generan más preguntas del alumnado en las tutorías y en las explicaciones de clase. De momento se hallan en fase de prueba ya que el alumnado ha tenido problemas técnicos para su visualización fuera de la universidad.

3. CONCLUSIONES

Las quejas del profesorado universitario sobre los conocimientos previos del alumnado son una cuestión recurrente desde hace décadas. Sin embargo, es conveniente realizar la reflexión siguiente: ¿cómo se puede aprender una materia al mismo nivel en dos sistemas educativos si en uno de ellos se reduce el tiempo dedicado a enseñarla del orden de un 25%? Al menos esto es lo que ha sucedido con las matemáticas y la física en la etapa preuniversitaria. Sin embargo, en la reforma de las titulaciones universitarias, prescindiendo de todos los estudios realizados que mostraron las dificultades en su aprendizaje, se ha profundizado en esta situación, reduciendo el tiempo de docencia de estas materias. La física

y las matemáticas desarrollan competencias cognitivas que son fundamentales para el desarrollo y aplicación de cualquier proyecto de ingeniería. Una revisión somera de los planes de estudio de las titulaciones de ingeniería en las mejores universidades del mundo nos convence rápidamente de la importancia que conceden dichas instituciones a estas materias fundamentales. Para caminar hacia el éxito en el proceso de enseñanza/aprendizaje en el EEES es requisito indispensable la planificación y coordinación del profesorado de un mismo grupo. Esta cuestión no ha sido abordada en todas las titulaciones de grado, con el objetivo de discutir sobre las necesidades de una materia sobre otra, repartir competencias comunes y evitar solapamientos innecesarios.

La experiencia de iniciar algunas clases con el planteamiento de problemas abiertos ha fomentado la participación activa del alumnado y descubriendo qué conocimientos eran útiles para poder resolverlos. Esta actividad fomenta la interacción entre el alumnado y ayuda a la integración en el grupo de clase de estudiantes aislados. La coordinación con las asignaturas de matemáticas y la física podría ser un buen proyecto interdepartamental de interés para el alumnado.

La evaluación formativa realizada ha favorecido la interacción entre el profesorado y el alumnado, haciendo más frecuentes las consultas de dudas y aclaraciones tanto en cuestiones conceptuales como en las estrategias de resolución de ejercicios.

La herramienta tecnológica del blog permite integrar todo tipo de material de apoyo para el aprendizaje autónomo. Las principales ventajas para el alumnado son que permite el seguimiento temporal de la asignatura y de las actividades planificadas, así como el desarrollo de competencias transversales (tecnológicas, comunicación, colaboración, etc). La interacción con grupos de innovación docente con proyectos de nuevas tecnologías aplicadas a la educación podría servir para mejorar el uso del blog en nuestra docencia.

Para hablar de calidad en la docencia creemos que se podrían adoptar algunas medidas que la favorecerían y que ya se indicaron en Rodes Roca et al. (2006):

- **Distribución coherente del horario del curso:** consultando el horario de estudiantes de primera matrícula, se observa que pueden tener 6 horas seguidas de docencia un día y otro sólo 2 horas o incluso menos. Además, pueden haber huecos entre clases que pueden ser largos y fomentar la ausencia en las últimas horas de la mañana o de la tarde. Para una docencia pedagógicamente aceptable, sería recomendable, en el caso de la física, que las sesiones teóricas no fuera una sesión de dos horas seguidas, sino

dos sesiones de una hora. Además, que las sesiones de teoría fueran previas a las sesiones de problemas y a las prácticas de laboratorio. Cabe reseñar que no se puede extender esta situación a todas las titulaciones, pero es un aspecto manifiestamente mejorable.

- **Distribución equilibrada del alumnado en los grupos:** el EEES no puede aplicarse bien si tienes un grupo en castellano de más de 100 estudiantes, mientras que los grupos en valenciano o de alto rendimiento (ARA) tienen menos de 30 estudiantes. En las prácticas de laboratorio no deberían formarse grupos con más de 20 estudiantes, al menos atendiendo al espacio disponible y a la evaluación formativa.
- **Racionalizar las exigencias de trabajo en el marco del EEES:** la más importante desde nuestro punto de vista. En general, la evaluación continua se ha considerado como examinar continuamente y, sobre todo, el alumnado no puede asumir esta carga de trabajo. Tampoco el contexto educativo permite que el profesorado pueda asumirla. Tomando un rango de clases semanal entre 20 y 24 horas, y aplicando el tiempo de dedicación por hora de docencia de 1,5 horas, resulta que el rango de horas que debe dedicar el alumnado sería de entre 30 y 36 horas de trabajo. El total semanal, pues, sería de entre 50 y 60 horas. Esta situación sólo se puede corregir si hay una coordinación efectiva del profesorado del grupo y planifica de manera coherente las actividades a realizar.

Nuestra intención es continuar aplicando estos proyectos porque pensamos que favorecen el aprendizaje de nuestro alumnado. No obstante, su continuidad no depende exclusivamente de nosotros, sino de la capacidad de la Universidad de Alicante para facilitar un entorno adecuado para desarrollar este tipo de acciones docentes. En nuestra opinión, este entorno se conseguiría fomentando la didáctica de las ciencias en las aulas y organizando la docencia teniendo en cuenta los aspectos señalados en esta conclusión. Finalmente, se debería reconocer al profesorado que los proyectos de investigación en docencia universitaria también son investigación.

Queremos agradecer al Vicerrectorado de Tecnologías de la Información y al ICE de la Universidad de Alicante por el apoyo a la red docente en el marco del programa de Redes de Investigación en Docencia Universitaria y al Grupo de Innovación Tecnológica-Educativa GITE-09014-UA a los cuales pertenecemos.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becerra Labra, C., Gras-Martí, A. & Martínez-Torregrosa, J. (2004). Análisis de la resolución de problemas de Física en secundaria y primer curso universitario en Chile. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2), pp. 275-286.
- Benito, Á. & Cruz, A. (2005). Nuevas claves para la Docencia Universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior. Madrid: Narcea S.A. de Ediciones.
- Cebrián, M. (Coord.). (2003). Enseñanza Virtual para la Innovación Universitaria. Madrid: Narcea S.A. de Ediciones.
- Cravino, J. P. & Lopes, J. B. (2003). Las enseñanzas de física general en la universidad. Propuestas de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), pp. 473-482.
- Garret, R. M., Satterly, D., Gil, D. & Martínez-Torregrosa, J. (1990). Turning exercises into problems: an experimental study with teachers in training. *International Journal of Science Education*, 12 (1), PP. 1-12.
- Ledman, R. E. & Kamuche, F., (2002). Improving student attendance: Does it improve student learning? *Academic Exchange Quaterly*, 6 (1), pp. 76-80.
- Leonard, W. J., Gerace, W. J. & Dufresne, R. J. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp. 387-400.
- Rodes Roca, J. J., Moreno Marín, J. C., Neipp López, C., Beléndez Vázquez, T., Durá Doménech, A., Vera Guarinos, J. & Beléndez Vázquez, A. (2006). Adecuación a los créditos ECTS de los fundamentos físicos en las titulaciones de arquitectura. En M. A. Martínez Ruiz & V. Carrasco Embuena (Eds.), *La construcción colegiada del modelo docente universitario del siglo XXI: Redes de investigación docente en el EEES Vol I* (pp. 45-66). Alcoy: Editorial Marfil, S. A.
- Rodes Roca, J. J., Moreno Marín, J. C. & Neipp López, C. (2008). La corresponsabilidad en el proceso de enseñanza/aprendizaje: Resultados de una experiencia en la asignatura de Fundamentos Físicos de Arquitectura. En I. Lozano Cabezas & F. Pastor Verdú (Coord.), *VI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: la construcción colegiada del modelo docente universitario del siglo XXI* (2008). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10045/19962>
- Rodes Roca, J. J., Moreno Marín, J. C., Beléndez Vázquez, T. & Méndez Alcaraz, D. I. (2012). El bloc dels fonaments físics de les estructures com a eina d'ensenyament i

aprenentatge. En M. T. Tortosa Ibáñez, Álvarez Teruel, J. D. & N. Pellín Buades (Coord.) , *X Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: la participación y el compromiso de la comunidad universitaria* (2012). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10045/24277>

Sánchez-Pérez, E. A., García Raffi, L. M. & Sánchez-Pérez, J. V. (1999). Introducción de las técnicas de modelización para el estudio de la física y las matemáticas en los primeros cursos de carreras técnicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), pp. 119-129.